

BEST AVAILABLE COPY

ATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS  
ATLONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

PCT / FI 2004 / 050175

elsinki 11.1.2005

E T U O I K E U S T O D I S T U S  
P R I O R I T Y D O C U M E N T



Hakija  
Applicant

Asperation Oy  
Espoo

Patentihakemus nro  
Patent application no

20035223

Tekemispäivä  
Filing date

27.11.2003

Kansainvälinen luokka  
International class

G02B

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Piirilevy ja menetelmä sen valmistamiseksi"

Tätten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä, Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.

*Markkula Tehikoski*  
Markkula Tehikoski  
Apulaistarkastaja

Maksu 50 €  
Fee 50 EUR

Maksu perustuu kauppa- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite: Arkadiankatu 6 A Puhelin: 09 6939 500 Telefax: 09 6939 5328  
P.O.Box 1160 Telephone: + 358 9 6939 500 Telefax: + 358 9 6939 5328  
FIN-00101 Helsinki, FINLAND

## Piirilevy ja menetelmä sen valmistamiseksi

Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu piirilevyn jossa on ainakin yksi alustakerros ja ainakin yksi optinen kanava. Keksintö kohdistuu lisäksi menetelmään piirilevyn valmistamiseksi, jossa piirilevyn muodostetaan ainakin yksi alustakerros ja ainakin yksi optinen kanava. Keksintö kohdistuu vielä menetelmään piirilevyn kerroksen valmistamiseksi jatkuvana prosessina, jossa piirilevyn muodostetaan ainakin yksi alustakerros ja ainakin yksi optinen kanava.

On tunnettua valmistaa piirilevyjä, joissa sähköisten signaalien lisäksi siirretään optisia signaaleita. Optisten signaalien siirto on järjestetty joko erillisinä optisina komponentteina, kuten optisten kuitujen avulla, tai piirilevyn on muodostettu optisia piirilevykerroksia, optisia aaltojohteita tai vastaavia, joiden avulla optisia signaaleita siirretään optisten lähettimien ja vastaanottimien välillä. Piirilevysubstraattimateriaaleina käytetään mm. lasikuitu-polyimidilevyä, PTFE-levyä tai lasikuitu-eposilevyä. Piirilevyn muodostetaan optiset aaltojohteet esimerkiksi siten, että piirilevyn pintaan kaiverretaan ura, johon muodostetaan optinen kanava esim. valamalla uraan sulaa massaa, joka jäähdytessään kiinteytyy ja muodostuu valoa johtavaksi. Eräänä ongelmana tällaisessa järjestelyssä on se, että optisen kanavan lämpölaajenemiskerroin voi merkittävästi poiketa piirilevyn lämpölaajenemiskertoimesta. Tällöin ympäristölämpötilan vaihtelut voivat aiheuttaa jännitystiloja optisen kanavan ja piirilevyn väliin. Lisäksi optisen kanavan yhteyteen tulevien optisten lähettimien ja optisten vastaanottimien kiinnittäminen sekä mahdollisimman häviöttömän optisen signaalin kulun aikaansaaminen on hankalaa tunnetun tekniikan mukaisia ratkaisuja sovellettaessa.

Nyt esillä olevan keksinnön eräänä tarkoituksesta on nostaa alalla valitsevaa tekniikan tasoa ja aikaansaada menetelmä piirilevyn valmistamiseksi sekä piirilevy. Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että muodostetaan piirilevyn ainakin yksi muovikerros ja siihen muodostetaan ainakin yksi optinen kanava. Täsmällisemmin ilmaistuna nyt esillä ole-

- van keksinnön mukaiselle piirilevylle on pääasiassa tunnusomaista se, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros on muodostettu muovista, ja alustakerroksen muotoilussa on käytetty muottia, että alustakerrokseen on muotoiltu optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja
- 5      että optinen kanava on muodostettu mainittuun alustakerrokseen muotoiltuun muotoon. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle valmistusmenetelmälle on pääasiassa tunnusomaista se, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros muodostetaan muovista, ja alustakerroksen muotoilussa käytetään muottia, jolla alustakerrokseen muotoillaan optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja että optinen kanava muodostetaan alustakerrokseen muotoiltuun muotoon. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle menetelmälle piirilevyn valmistamiseksi jatkuvana prosessina on pääasiassa tunnusomaista se, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros muodostetaan muovista, ja alustakerroksen
- 10     muotoilussa käytetään muottia, jolla alustakerrokseen muodostetaan optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja että optinen kanava muodostetaan alustakerrokseen muotoiltuun muotoon.
- 15     Nyt esillä olevalle keksinnöllä saavutetaan merkittäviä etuja tunnetun tekniikan mukaisiin ratkaisuihin verrattuna. Keksinnön mukaisessa piirilevyssä saadaan optisen kanavan ja piirilevyn lämpölaajenemiskertoimet olennaisesti samansuuruisiksi, jolloin lämpötilavaihtelut eivät merkittävästi aiheuta jännitystiloja tällaiseen piirilevyn. Lisäksi signaalilin kytketyminen optisen kanavan ja optisen lähettimen/vastaanottimen välillä saadaan tehokkaaksi, koska kanavan, ja kytkentäelementin (esim. viistepinta) muotoilu voidaan suorittaa jo muottisuunnittelussa, jolloin kanavalle saadaan valmistusvaiheessa haluttu muotoilu ilman erillisiä työvaiheita. Lisäksi alustan materiaali voidaan valita siten, että se täyttää optisen kanavan kuorikerroksen (cladding) vaatimukset, näin
- 20     ollen mahdollistaen erillisen kuorikerroksen poisjättämisen ja oleellisesti yksinkertaisemman rakenteen ja valmistusmenetelmän. Lisäksi optinen kerros voi toimia sähköisten kytkentöjen alustana ja erillisestä välikerrosta ei tarvita optisen ja sähköisen kerroksen toisiinsa liittämiseksi. Kestomuovin käyttö piirilevysubstraattina mahdollistaa myös
- 25     suhteellisen helpon työstettävyyden esim. kuumavalu-, ruiskuvalu- ja mekaanisten työstömenetelmien avulla. Keksinnön mukaisen piirilevyn
- 30
- 35

valmistuksessa käytettävät materiaalit ovat kierrätettäviä. Keksinnön mukaiselle piirilevylle on lisäksi mahdollista muodostaa erittäin pienikokoisia sähköisiä ja optisia läpivientejä (engl. microvia) minkä tahansa kerrosten välille.

5

Seuraavassa keksintöä selostetaan tarkemmin viitaten samalla oheisiin piirustuksiin, joissa

- 10      kuva 1     esittää keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta päältäpäin katsottuna,
- 15      kuva 2     esittää pelkistetysti erästä optisen kanavan rakennetta poikkileikkausena,
- 20      kuva 3a    esittää pelkistettynä poikkileikkausena keksinnön erään kolmannen edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta, jossa on toteutettu eräs edullinen optisen kanavan rakenne,
- 25      kuva 3b    esittää pelkistettynä poikkileikkausena keksinnön erään neljännen edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta, jossa on toteutettu eräs toinen edullinen optisen kanavan rakenne,
- 30      kuva 3c    esittää keksinnön vielä erään edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta päältäpäin katsottuna, ja
- 35      kuva 4a    esittää keksinnön vielä erään edullisen suoritusmuodon mukaisen piirilevyn rakennetta päältäpäin katsottuna, ja
- kuva 4b    esittää kuvan 1a mukaisen piirilevyn rakennetta pelkistettyä poikkileikkausena kohdasta A—A.
- Seuraavassa esimerkissä kuvataan keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaisen valmistusmenetelmän vaiheita kuvien 1a ja 1b mukaisen piirilevyn 1 valmistamiseksi. On selvää, että tässä esitetty

esimerkki on vain eräs mahdollinen piirilevyrakenne, mutta käytännön sovelluksissa voidaan toteuttaa hyvinkin erilaisia piirilevyjä. Kuvassa 1a on keksinnön havainnollistamiseksi esitetty vain joitakin komponentteja 5, 8, 9 sekä optisia kanavia 3 ja sähköisiä johdotuksia 5. Kerosten sekä piirilevylle sijoitettavien komponenttien lukumäärä voi vaihdella 5 käytännön sovelluksissa.

Kuvassa 1 on esitetty piirilevyrakenne, joka koostuu tavanomaisesta alustakerroksesta 2, johon on muodostettu johdotuksia 5 sekä optisia 10 kanavia 3. Seuraavaksi kuvataan piirilevyn 1 valmistusvaiheita pelkistetysti. Nyt esillä olevan keksinnön mukaisen piirilevyn alustakerrokset 15 (substraattikerrokset) valmistetaan kestomuovista (engl. thermoplastic, thermoplastic resin) valamalla. Tätä tarkoitusta varten valmistetaan valumuotti (ei esitetty), johon on muodostettu piirilevylle haluttu muoto ns. negatiivina. Kuvan 1 esimerkkipiirilevyn muodostetaan optinen kanava 3 alustakerroksen 2 yhteyteen. Tämä voidaan toteuttaa usealla 20 eri tavalla. Eräs mahdollisuus on, että alustakerroksen muodostamisen jälkeen kaiverretaan piirilevyn pintaan optiselle kanavalle 3 haluttu muoto. Tämän jälkeen kaiverrettuun kohtaan valutetaan sulaa muovia 25 tai muuta viskoottisessa tilassa olevaa ainetta, joka jähmettyään on valoa johtavaa. Tällöin jähmettynyt aine muodostaa halutun optisen kanavan 3. Eräs toinen mahdollisuus on toteuttaa optinen kanava alustakerroksen valmistuksen yhteydessä. Tällöin alustakerroksen 2 valmistusmuottiin muodostetaan edullisesti muotista irrotettavissa 30 oleva, optiselle kanavalle haluttua muotoa vastaava negatiivikuvio tai valmistetaan kaksi muottia, jotka ovat muuten olennaisesti identtisiä, mutta toisesta puuttuu kanavan muodostava muoto, kuten harjanne. Tällöin valumuottiin valetaan ensin alustakerroksen muodostavaa su- 35 latettua muovia, minkä jälkeen alustakerokseen 2 on muodostunut tila optista kanavaa 3 varten. Tämän jälkeen muottia muutetaan tai alusta- kerros siirretään toiseen muottiin siten, että optinen kanava voidaan valmistaa valuttamalla/ruiskuttamalla muottiin optisen kanavan muodostukseen soveltuvala muovia. Tämän vaiheen jälkeen, kun myös optisen kanavan muodostava muovi on jähmettynyt, on alustakerros 2 valmis sisältäen myös optisen kanavan 3.

Kestomuovin käyttö mahdollistaa myös kaksi- tai useampikomponenttisen ruiskuvalun käyttämisen sellaisen piirilevyn valmistuksessa, johon muodostetaan yksi tai useampi optinen kanava. Kaksikomponenttiruiskuvalussa ruiskutetaan ensin muottiin ensimmäistä komponenttia

- 5 (esim. alustakerroksen muodostavaa sulatettua kestomuovia) ensimmäistä ruiskutuskanavista pitkin. Tämän jälkeen ensimmäisen komponentin annetaan jäähtyä, minkä jälkeen muottia muutetaan ja suoritetaan toisen komponentin ruiskuttaminen (esim. optisen kanavan muodostava sulatettu kestomuovi) toista ruiskutuskanavista pitkin.
- 10 Toisen komponentin jäähdyttyä riittävästi voidaan muotti avata ja poistaa valmistettu kappale (piirilevy tai yksi sen alustakerros) muotista.

Alustakerrokseen 2 voidaan muodostaa kanavaa varten syvennys myös kuumapainotekniikalla, jossa myös käytetään muottia, esim. teräsmuottia. Muotin pintaan on työstetty alustakerrokselle halutun pintarakenteen käänteinen rakenne, eli pintarakenteen negatiivi. Alustakerros 2 muotoillaan kestomuovisesta tai kertamuovipregrestä (osittain kovetettu kertamuoviaihio) valmistetusta piirilevyaihiosta kuumapainamalla, jolloin muottia tai piirilevyaihot lämmitetään piirilevyaihion

- 20 muokkautuvuuden parantamiseksi. Tämän jälkeen muottia puristetaan piirilevyaihot vasten, jolloin muotin pintakuvio kopioituu käänteisenä piirilevyaihion pintaan. Piirilevyaihot jäähdytetään, minkä jälkeen piirilevyn pinta voidaan täydentää tarvittaessa esim. lisäämällä optista ainetta niihin kohtiin, joihin optisia signaalireittejä eli optisia kanavia 3 on tarkoitus valmistaa. Nämä optiset signaalireitit 3 on siis toteutettu tekemällä muottiin vastaava kohokuvointti. Menetelmä on luonnollisesti myös käännettäväissä siten, että urien sijasta substraatille muodostetaan harjanteita, joita myöten optinen signaali johdetaan. Tällöin muottiin muodostetaan vastaavasti urat, jotka sitten kopioituvat negatiiviseen substraatin pintaan.
- 25
- 30

Alustakerroksen 2 sekä siihen muodostettavan yhden tai useaman optisen kanavan 3 valmistuksessa käytettävään muottiin voidaan muodostaa hyvinkin tarkkoja yksityiskohtia. Tämä mahdollistaa monipuolisten optisten ominaisuuksien aikaansaamisen optiseen kanavaan.

- 35 Muotin avulla voidaan valmistaa suhteellisen tarkasti esimerkiksi dif-

- fraktiivinen tai refraktiivinen pintahila, jossa pienimpien yksityiskohtien koko on alle yksi mikrometri. Lisäksi optisen kanavan päätepisteisiin voidaan keksinnön mukaisella menetelmällä toteuttaa optisen signaalin käänämisessä tarvittavat rakenteet (peili, pintahila tms). Esimerkiksi
- 5 Kuvassa 2 on esitetty poikkileikkausena erästä optisen kanavan rakennetta, jossa nämä päätepisteissä olevat optisen signaalin käänörakenteet 4 ovat nähtävissä. Tässä esimerkissä käänörakenteet 4 on toteutettu viisteinä optisten kanavien päätepisteissä, mutta myös muita muotoja voidaan käyttää, esim. kaarevaa muotoa, jolla on poltopiste
- 10 esimerkiksi alustakerroksen 2 pinnan tasolla tai hieman sen ulkopuolella. Kun tähän kohtaan sijoitetaan optinen lähetin tai optinen vastaanotin, saadaan se sijoitettua hyvin lähelle ao. poltopistettä, jolloin optiset signaalihäviöt saadaan joissakin tapauksissa pienemmiksi kuin viistolla peilirakenteella. Käänörakenteen 4 pinta voidaan tarvittaessa käsitellä
- 15 optista signaalia heijastavaksi esim. pinnoittamalla muotissa muotoillun piirilevyaihion pinta käänörakenteen 4 kohdalta sopivalla optisia signaaleja heijastavalla materiaalilla. Pinnoittaminen on kuitenkin tehtävä ennen optisen kanavan täyttämistä optisella aineella.
- 20 Joissakin tapauksissa optinen kanava 3 muodostetaan sellaiseksi, jossa on ydinkerros sekä tätä reunustava ns. kuorikerros. Ydinkeroksen ja pintakerroksen taitekertoimet poikkeavat toisistaan siten, että ydinkeroksessa viistosti kulkeva säde ei pääse kuorikerrokseen vaan heijastuu takaisin kohti ydinkerroksen keskiosaa, mikäli tulokulma ei ole suurempi kuin kokonaishiejastuksen raja-kulma. Tällaisesta rakenteesta käytetään myös englanninkielistä nimitystä Core-Cladding –rakenne. Tällaisen rakenteen aikaansaamiseksi valmistetaan optinen kanava esim. kahdessa vaiheessa siten, että ensimmäisessä vaiheessa valetaan kuorikerros ja toisessa vaiheessa valetaan kuorikerroksen väliin tuleva ydinkerros. Kuvassa 3a on esitetty eräs esimerkki tällaisesta rakenteesta. Parhaan optisen toiminnan varmistamiseksi tulisi kuorikerroksen ympäröidä ydinkerrosta kauttaaltaan optisen kanavan poikkileikkaussuunnassa tarkasteltuna, jotta optinen signaali pysyisi paremmin ydinkerroksen sisällä. Tällöin on edullista ja joissakin sovelluksissa
- 25 jopa välttämätöntä, lisätä kuvan 3a rakenteeseen optinen kerros sekä ylä- että alapuolelle. Tämän lisättävän optisen kerroksen taitekertoimen
- 30
- 35

- tulisi olla mahdollisimman lähellä kuorikerroksen 3.1 taitekerointa. Keksinnön mukaisella menetelmällä on kuitenkin mahdollista muutenkin kuin optiset kerrokset lisäämällä valmistaa optinen kanava, jossa ydinkerros on poikkileikkaussuunnassa ympäröity kuorikeroksella.
- 5     Tämä aikaansaadaan esim. siten, että muodostetaan optisen kanavan osia useaan alustakerrokseen, jotka asetetaan päällekkäin. Esimerkiksi kolmella päällekkäin asetetulla alustakerroksella voidaan aikaansaada mm. kuvan 3b poikkileikkauskuksen mukainen optinen kanava, jossa ensimmäiseen 2.1 ja kolmanteen alustakerrokseen 2.3 on muodostettu 10 optisen kanavan 3 kuorikerrosta 3.1 ja näiden alustakerrosten 2.1, 2.3 välisiin sijoitettuun toiseen alustakerrokseen 2.2 on muodostettu optisen kanavan 3 ydinkerros 3.2, joka vielä on reunustettu kuorikeroksella 3.1. Toinen mahdollisuus on muodostaa kanava hiukan suuremmaksi 15 ja levittää kuorikerros kanavan reunoiille esimerkiksi spinnaamalla ennen ytimen valamista ja kanavan päälle ytimen valun jälkeen. Tällöin koko kanava saadaan toteutettua yhteen kerrokseen. Kolmantena vaihtoehtona alusta voidaan valmistaa kuorimateriaalista, jolloin ytimen painamisen ja täyttämisen jälkeen tarvitaan vain esim painamalla tai spinnaamalla levitetty yläkuori.
- 20     Edellä kuvattua monikerrosrakehnetta voidaan soveltaa myös optisten signaalien siirtämiseen alustakerrosten välillä esim. seuraavasti. Kohtaan, jossa optisia signaaleita on tarkoitus siirtää kerrosten välillä, toteutetaan näiden alustakerrosten optiseen kanavaan signaalialia käänträvätkä rakenteet (viisteet, hilat tms.). Tätä on esitetty oheisessa kuvassa 25 3c, jossa optisia signaaleita siirretään ensimmäisestä alustakerroksesta 2.1 toisen alustakerroksen 2.2 läpi kolmanteen alustakerrokseen 2.3. Kääntrarakenteet 4 on muodostettu sekä ensimmäiseen alustakerrokseen 2.1 että kolmanteen alustakerrokseen 2.3. Toisessa alustakerroksessa 2.2 on vastaavalla kohdalla alustakerroksen pintaan nähdyn olennaisesti poikittaissuuntainen optinen kanava 3.3, joka on muodostettu esim. siten, että toisen alustakerroksen 2.2 valmistuksessa käytettyyn piirilevyaihioon on muodostettu reikä, joka on täytetty optisella aineella.
- 30

- Kuvissa 4a ja 4b on esitetty vielä eräs edullinen piirilevy, joka on valmistettu keksinnön mukaisella menetelmällä. Piirilevy käsittää alustakeroksen 2, johon on muodostettu optinen kanava 3. Tässä esimerkissä optinen kanava 3 on piirilevyn 1 tason suunnassa olennaisesti ellipsin muotoinen. Ellipsillä on kaksi polttopistettä 6.1, 6.2. Polttopisteisiin 6.1, 6.2 on muodostettu kääntrakenteet 4.1, 4.2, joilla optisen signaalin kulkusuuntaa muutetaan n.  $90^\circ$ . Kääntrakenne 4.1, 4.2 on edullisesti esim. olennaisesti ympyräkartion tai suoran viisteen muotoinen. Ensimmäisen polttopisteen 6.1 yhteyteen sijoitetaan esim. optinen lähetin 7. Tästä optisesta lähetimestä 7 lähetetään optisia signaaleita, jotka suunnataan kohti piirilevyn pintaan, ensimmäiseen kääntrakenteeseen 4.1. Tämä ensimmäinen kääntrakenne aikaansa optisten signaalien käännytymisen olennaisesti optisen kanavan suuntasiksi. Koska ensimmäinen kääntrakenne 4.1 on sijoitettu mahdollisimman tarkoin ellipsin yhteen polttopisteeseen, optiset signaalit kulkeutuvat optisessa kanavassa ellipsimuodon määrittämään toiseen polttopisteeseen 6.2. Tämän toisen polttopisteen 6.2 yhteydessä on vastaava toinen kääntrakenne 4.2, joka käänää toiseen polttopisteeseen tulevat optiset signaalit n.  $90^\circ$ , eli ne suuntautuvat olennaisesti kohtisuorassa piirilevyn pintaan nähdyn pois optisesta kanavasta toisen kääntrakenteen kohdalle sijoitettuun optiseen vastaanottimeen 8. Tällä tavoin järjestettynä voidaan jopa voimakkaasti divergoivista lähteistä tulevia optisia signaaleja siirtää piirilevyn 1 muodostetussa optisessa kanavassa 3 suhteellisen pienihäviöisesti.
- Kuvissa 4a ja 4b esitetty piirilevy voidaan valmistaa keksinnön mukaisesti esim. kuumapainotekniikalla. Tällöin valmistetaan muotti, jossa piirilevyaihion pintarakenne on toteutettu käänteisesti. Tällöin olennaisesti ellipsin muotoisen optisen kanavan sijoituskohdassa on kohouma, jonka reunojen muoto noudattaa mahdollisimman tarkoin ellipsiä. Polttopisteiden 6.1, 6.2 kohdalla on vastaavasti olennaisesti ympyräkartion muotoinen kuoppa. Painamisen jälkeen on piirilevyaihioon muodostunut olennaisesti ellipsin muotoinen kuoppa, ja ellipsimuodon kumpaanakin polttopisteeseen on muodostunut olennaisesti ympyräkartion muotoinen kohouma. Nämä polttopisteissä olevat kohoumat pinnoitetaan heijastavalla pinnoitteella, minkä jälkeen ellipsin muotoinen kuoppa

- voidaan täyttää optisella aineella optisen kanavan muodostamiseksi. Kanava voidaan myös tarvittaessa muodostaa erillisenä osana, joka liitetään syvennykseen esimerkiksi liimaamalla, hitsaamalla tai muulla liinnitysmekanismilla. Tämä mahdollistaa myös kytkenkentäelementin toteuttamisen syvennyksenä kanavan pohjassa, jolloin viisteenvälinen alapuolelle muodostuu tyhjä ilmatasku. Viisteenvälinen muovi-ilma –rajapinta mahdollistaa kokonaishieijastavan peilirakenteen, joka on hyötysuhteeltaan erinomainen eikä vaadi mitään pinnoitusta tms.
- 10 Keksinnön mukainen piirilevy voidaan valmistaa myös siten, että yksi tai useampi alustakerros valmistetaan optisesta materiaalista. Tähän optiseen alustakerrokseen voidaan sitten valmistaa esim. urat optisten kanavien kohdalle. Nämä urat täytetään toisella optisella materiaalilla, jonka taitekerroin poikkeaa alustakerroksen taitekertoimesta siten, että 15 muodostuu edellä kuvattu ydinkerros-kuorikerrosrakenne. Kuorikeroksen muodostaa tällöin koko alustakerros. Tässä vaihtoehdossa on se etu, että alustakerrokseen ei tarvitse valmistaa erillistä kuorikerrosta.
- 20 Kuten jo aikaisemmin tässä selityksessä on todettu, kuumapainotekniikka, ruiskuvalu ja muut kestomuovien valmistus- ja työstötavat ja kestomuovien käyttö piirilevyn alustamateriaalina mahdollistaa erittäin tarkkojen yksityiskohtien aikaansaamisen piirilevyn. Tällöin edellä kuvatun kaltaisten geometristen muotojen muototarkkuus ja sijoittelutarkkuus ovat erittäin hyvät, mikä mahdollistaa tunnettua tekniikkaa parempien ja pienempihäviöisten optisten sovellusten toteuttamisen piirilevyn yhteydessä samassa valmistusprosessissa.
- 25 Keksinnön mukaisella menetelmällä valmistettuja alustakerroksia voidaan sijoittaa päälekkäin monikerrospiirilevyjen valmistamiseksi. Optisia kanavia voi olla yhdessä tai useammassa monikerrospiirilevyn alustakeroksessa 2. Tarkka valmistusprosessi mahdollistaa mm. erittäin pienikokoisten läpivientien muodostamisen tällaiseen monikerrospiirilevyn. Läpivientejä voidaan muodostaa minkä tahansa kerrostenväliille esim. kahden tai useaman sisäkerroksen välille ja/tai pintakerroksen ja jonkin sisäkerroksen välille ja/tai pintakerrosten välille. Kestomuovien suhteellisen alhaisesta sulamislämpötilasta johtuen voidaan

monikerrospiirilevy rakentaa kerros kerrokselta siten, että sähköisiä komponentteja voi olla sijoitettuna alustakerroksiin, mikä perinteisten piirilevyn valmistustekniikkoiden yhteydessä käytettäväistä suhteellisen korkeista lämpötiloista johtuen ei ole ollut mahdollista.

5

Muotin avulla tapahtuva piirilevyn 1 alustakerosten 2 valmistus mahdollistaa suurten tuotantosarjojen valmistamisen samalla muotilla. Tällöin päästään pieniin valmistustoleransseihin. Lisäksi erityisesti kuumapainotekniikassa voidaan soveltaa jatkuvatoimisia painomenetelmiä kuten ns. rullalta rullalle -tekniikoita, jolloin piirilevyaihiota syötetään rullasta muottiin, jossa tapahtuu pintakuvion painaminen. Muotissa painamisen jälkeen valmiita piirilevyaihioita voidaan tämän jälkeen rullata toiselle rullalle, josta piirilevyaihiot voidaan leikata rullasta omana prosessinaan tai jopa laminoida yhteen toisten kerrosten kanssa monikerroslevyksi.

Alustakerros 2 voidaan myös päälystää metallioinnilla sähköisten johdotusten muodostamiseksi alustakerroksen 2 pintaan optisten kanavarakenteiden lisäksi. Metallointi voidaan tehdä esimerkiksi höyrystämällä ja/tai kasvattamalla alustakerroksen 2 päälle esim. kupari tai alumiini-kerros joko ennen optisen rakenteen muodostamista tai sen jälkeen. Johdinkuvointi voidaan tehdä joko subtraktiivisena prosessina, jolloin alustakerroksen 2 pinta ensin metalloidaan olennaisesti kauttaaltaan, tai additiivisena prosessina, jolloin alustakerroksen 2 pintaan muodostetaan ensin maski, joka määrittää halutun johdinkuvion. Maskin levittämisen jälkeen suoritetaan metallointi, jossa metallikerros muodostuu vain sellaisiin kohtiin piirilevyn pintaan, jossa maskia ei ole. Vielä eräänä mahdollisuutena johdinkuvointien muodostamiseen on esim. silkkipainotekniikan käyttö. Tällöin silkkipainolla painetaan alustakerroksen 2 pintaan johdinkuvointi. Tätä painettua johdinkuvointia voidaan tarvittaessa kasvattaa esim. elektrolyysillä.

Piirilevyn 1 valmistus voidaan suorittaa kerroksittain valmistaen kunkin piirilevykerros (alustakerros 2) erikseen siten, että esim. kunkin alustakerroksen yhdellä puolella sijaitsevaan johdinkerrokseen suoritetaan halutun johdinkuvioinnin muodostus esimerkiksi etsausprosessissa.

Alustakerrokset nippetaan päällekkäin ja kunkin alustakerroksen väliin asetetaan eristekerros (ei esitetty oheisissa kuvissa). Tämän eristekerroksen tehtävänä on estää oikosulku vierekkäin olevien alustakerrosten johdotusten välillä ja toisaalta kiinnittää alustakerrokset toisiinsa. Eristekerroksena käytetään esimerkiksi samaa materiaalia kuin alustakerroksissa, mutta joka ei vielä ole täysin kovettunut. Mikäli kahden päällekkäin asetettavan alustakerrosten väliin muodostetaan olennaisesti koko piirilevyn kattava optinen kerros, ei välttämättä tarvita eristekerrostaa alustakerroksen ja optisen kerroksen välillä, vaan optinen kerros toimii sähköä eristävänä kerroksena.

Lähettimen 7 ja vastaanottimen 8 sähköiseksi kytkemiseksi kiinnitetään tarvittavat johdotukset 5 lähettimelle 7 ja vastaanottimelle 8. Kuvassa 1 on selvyyden vuoksi esitetty vain osa tällaisista johdotuksista. Kuvassa 15 on esitetty lähettimen 7 ohjauspiiri 9, jossa muodostetut sähköiset ohjaussignaalit johdetaan johdotusten 5 kautta lähettimen 7 ohjauksessa käytettävään yhteen tai useampaan liitännänastaan 7.1.

Optisena lähettimenä soveltuu käytettäväksi esimerkiksi puolijohdevalolähde, kuten puolijohdelaser, valoa emittoiva diodi (LED), tai vastaava. Eräs edullinen puolijohdelaser keksinnön yhteydessä käytettäväksi on ns. pintaemittoiva laser (VCSEL, Vertical Cavity Surface Emitting Laser). Tällaisessa puolijohdelaserissa valon emitointisuunta on pinnan normaalilin suuntaan, eli olennaisesti kohtisuorassa suunnassa puolijohdelaserin asennusalustaan nähdyn. Tällöin emittoitava valo saadaan helposti kohdistettua esim. kääntrakenteeseen 4.

Keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan toteuttaa myös kolmiulotteisia rakenteita. Keksinnön mukaisella menetelmällä toteutettu piirilevy voi toimia myös laitekotelona tai osana sitä. Tällaisessa sovelluksessa muodostetaan tarvittavat alustakerrokset 2, joihin muodostetaan sähköiset johdotukset ja optiset kanavat. Piirilevyn taittaminen kotelon edellyttämään muotoon voidaan toteuttaa muotin avulla, jolla muodostetaan myös muut tarvittavat pintakuviointit. Ainakin ulommaisena kerroksena on tällöin kestomuovikerros, jossa on laitekotelolle haluttu ulkonäkö ja muoto. Ulommaisessa kerroksessa voi olla myös optisia ka-

- navia esim. koristeellisten valokuvioiden aikaansaamiseksi, näppäinten ja/tai näytön valaistuksen toteuttamiseksi jne. Lisäksi kotelossa voi olla optisesta aineesta valmistettu ikkuna sellaisissa laitteissa, joissa käytetään näyttöä tietojen esittämiseksi laitteen käyttäjälle. Ikkunan ei tarvitse olla koko kotelon läpäisevä, vaan näyttö voidaan kiinnittää suoraan johonkin kotelon muodostavan piirilevyn alustakerrokseen. Tämän alustakerroksen päälle tuleviin alustakerroksiin muodostetaan aukko, ja esim. päällimmäiseen alustakerokseen muodostetaan ikkuna.
- 5 10 Keksinnön mukaisessa piirilevyssä voi yksi tai useampi alustakerros 2 olla kokonaisuudessaakin optisen kerroksena. Tämän optisen kerroksen pintaan voidaan suoraan muodostaa myös johdotukset tarvittaessa.
- 15 On selvää, että nyt esillä olevaa keksintöä ei ole rajoitettu ainoastaan edellä esitettyihin suoritusmuotoihin, vaan sitä voidaan muunnella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimuksset:

1. Piirilevy (1), jossa on ainakin yksi alustakerros (2) ja ainakin yksi optinen kanava (3), **tunnettua** siitä, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros (2) on muodostettu muovista, ja alustakerroksen (2) muotoilussa on käytetty muottia, että alustakerrokseen (2) on muotoiltu optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja että optinen kanava (3) on muodostettu mainittuun alustakerrokseen muotoiltuun muotoon.
- 5 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen piirilevy (1), **tunnettua** siitä, että muovista valmistettuun alustakerrokseen on muodostettu ainakin yksi optinen kanava (3), joka on valmistettu materiaalista, joka on asetettavissa optisia signaaleita johtavaan olomuotoon, ja jonka materiaalin lämpölaajenemiskerroin olennaisesti vastaa alustakerroksen valmistuksessa käytetyn kestomuovin lämpölaajenemiskerrointa.
- 10 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen piirilevy (1), **tunnettua** siitä, että alustakeroksessa (2) käytetty muovi on kestomuovia.
- 15 4. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen piirilevy (1), **tunnettua** siitä, että piirilevyn ainakin yksi alustakerros (2) ja/tai sen yhteyteen muodostettu optinen kanava (3) on valmistettu ruiskuvalamalla.
- 20 5. Patenttivaatimuksen 1, 2 tai 3 mukainen piirilevy (1), **tunnettua** siitä, että piirilevyn ainakin yksi alustakerroksen (2) muotoilu on suoritettu kuumapainolla.
- 25 6. Jonkin patenttivaatimuksen 1—5 mukainen piirilevy (1), **tunnettua** siitä, että piirilevyn ainakin yhteen alustakerrokseen (2) muodostettu optinen kanava (3) käsittää ainakin yhden kääntrakenteen (4) optisten signaalien kulkuksen muuttamiseksi.
- 30 7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen piirilevy (1), **tunnettua** siitä, että optinen kanava (3) käsittää kaksi päätepistettä, ja että optinen kanava (3) on järjestetty johtamaan optisia signaaleita mainittujen päätepisteiden välillä.
- 35

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainittu kääntrörakenne (4) on muodostettu molempien päätepisteiden yhteyteen.
- 5 9. Patenttivaatimuksen 6 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainittu optinen kanava (3) on piirilevyn (1) päätasossa olennaisesti ellipsin muotoinen, jolloin ellipsimuodon poltopisteiden yhteyteen on muodostettu mainitut kääntrörakenteet (4) optisten signaalien kulku-suunnan muuttamiseksi.
- 10 10. Jonkin patenttivaatimuksen 6—9 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainitut kääntrörakenteet (4) käsittävät viisteen, jolla optisten signaalien kulkusuuntaa on järjestetty muutettavaksi.
- 15 11. Jonkin patenttivaatimuksen 6—9 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainitut kääntrörakenteet (4) on muotoiltu olennaisesti toisen tai korkeamman asteen käyrämuodon mukaiseksi.
- 20 12. Jonkin patenttivaatimuksen 65—9 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että mainitut kääntrörakenteet (4) ovat olennaisesti ympyräkartion muotoiset.
- 25 13. Jonkin patenttivaatimuksen 1—12 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että optinen kanava (3) käsittää ainakin yhden ydinkerroksen (3.2) ja ainakin yhden kuorikerroksen (3.1).
- 30 14. Menetelmä piirilevyn (1) valmistamiseksi, jossa piirilevyn (1) muodostetaan ainakin yksi alustakerros (2) ja ainakin yksi optinen kanava (3), **tunnettu** siitä, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros (2) muodostetaan muovista, ja alustakerroksen (2) muotoilussa käytetään muottia, jolla alustakerrokseen (2) muotoillaan optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava muoto, ja että optinen kanava (3) muodostetaan alustakerrokseen muotoiltuun muotoon.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että kestomuovista valmistettuun alustakerrokseen on muodostetaan ainakin yksi optinen kanava (3), jonka valmistamisessa käytetään materiaalia, joka on asetettavissa optisia signaaleita johtavaan olomuotoon.
- 5 16. Patenttivaatimuksen 14 tai 15 mukainen piirilevy (1), **tunnettu** siitä, että alustakerroksen (2) muodostuksessa käytetään kestomuovia.
- 10 17. Patenttivaatimuksen 14, 15 tai 16 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että piirilevyn ainakin yksi alustakerros (2) ja sen yhteyteen muodostettu optinen kanava (3) valmistetaan ruiskuvalamalla.
- 15 18. Patenttivaatimuksen 14, 15, 16 tai 17 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että piirilevyn ainakin yksi alustakerros (2) ja sen yhteyteen muodostettu optinen kanava (3) valmistetaan kuumapainamalla.
- 20 19. Menetelmä piirilevyn (1) kerroksen valmistamiseksi jatkuvana prosessina, jossa piirilevyn (1) muodostetaan ainakin yksi alustakerros (2) ja ainakin yksi optinen kanava (3), **tunnettu** siitä, että ainakin yksi piirilevyn alustakerros (2) muodostetaan muovista, ja alustakerroksen (2) muotoilussa käytetään muottia, jolla alustakerrokseen (2) muodostetaan optisen kanavan muotoa ollenaisesti vastaava muoto.
- 25 20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että jatkuvana prosessina käytetään rullalta-rullalle -prosessia.
21. Patenttivaatimuksen 19 tai 20 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että optinen kanava (3) muodostetaan alustakerrokseen muotoiltuun muotoon.
- 30 22. Patenttivaatimuksen 19 tai 20 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että optisena kanavana (3) käytetään alustakerrokseen muotoiltua muotoa.

23. Jonkin patenttivaatimuksen 19—22 mukainen menetelmä,  
**tunnettu** siitä, että optisen kanavan muotoa olennaisesti vastaava  
muoto muodostetaan kuumapainamalla.

## (57) Tiivistelmä

Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu piirilevyn (1), jossa on ainakin yksi alustakerros (2) ja ainakin yksi optinen kanava (3). Piirilevyn (1) ainakin yksi alustakerros (2) on muodostettu muovista. Alustakerroksen (2) muotoilussa on käytetty muottia. Alustakerrokseen (2) on muodostettu optisen kanavan (3) muotoa olennaisesti vastaava muoto. Optinen kanava (3) on muodostettu mainittuun alustakerrokseen muodostettuun muotoon. Keksintö kohdistuu lisäksi menetelmään piirilevyn (1) valmistamiseksi sekä menetelmään piirilevyn valmistamiseksi jatkuvana prosessina.

Fig. 1

L 6

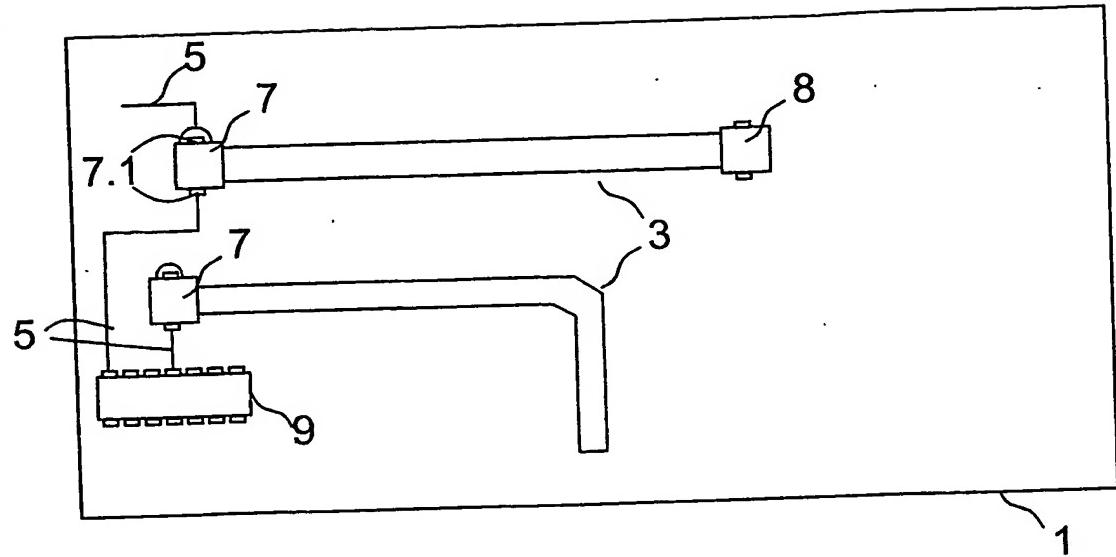


Fig. 1

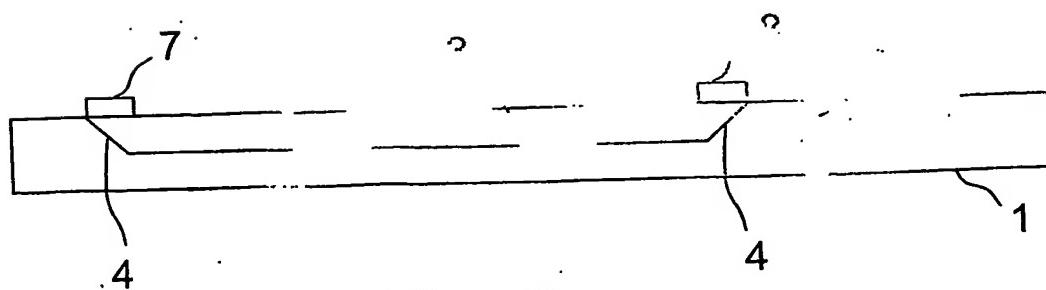


Fig. 2

L6

2

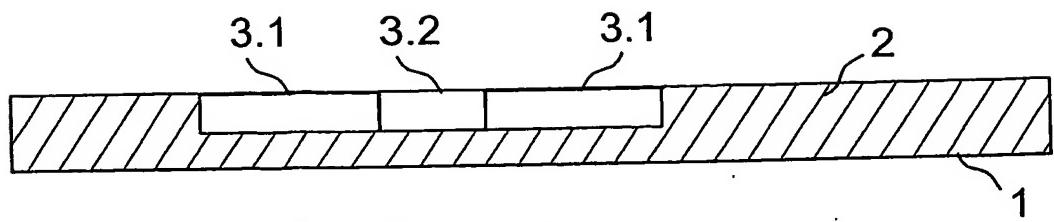


Fig. 3a

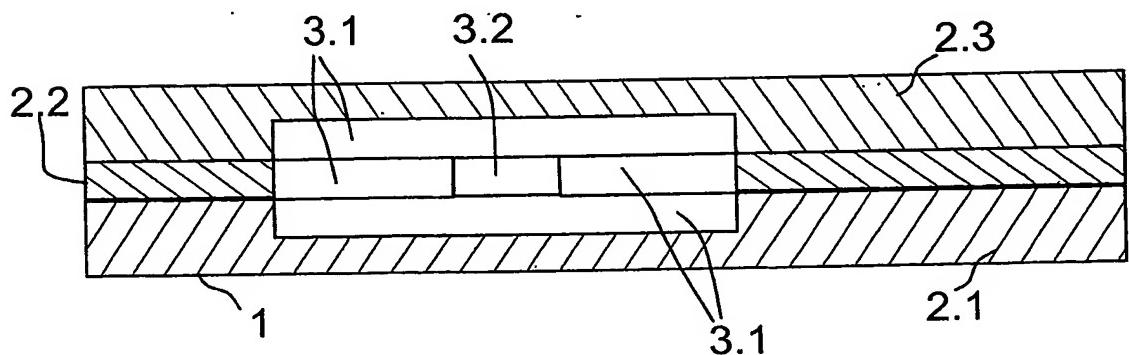


Fig. 3b

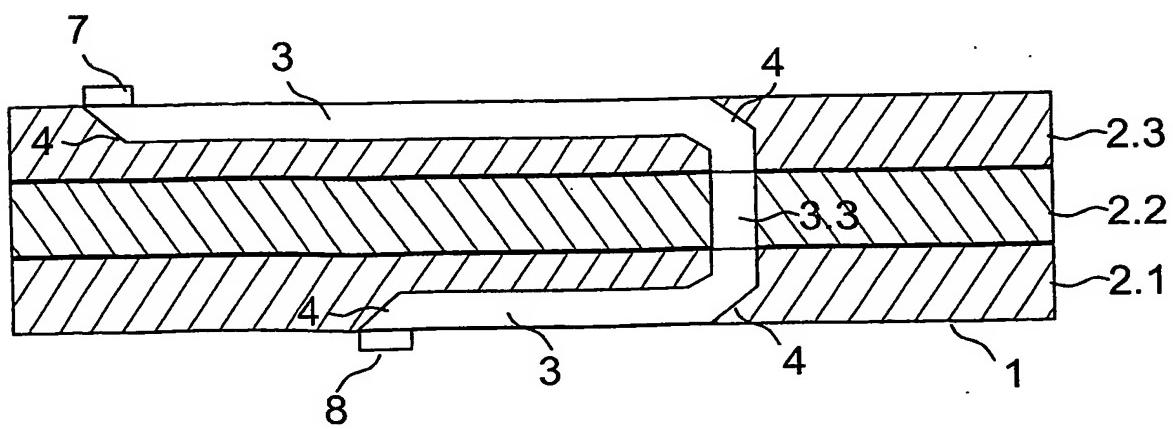


Fig. 3c

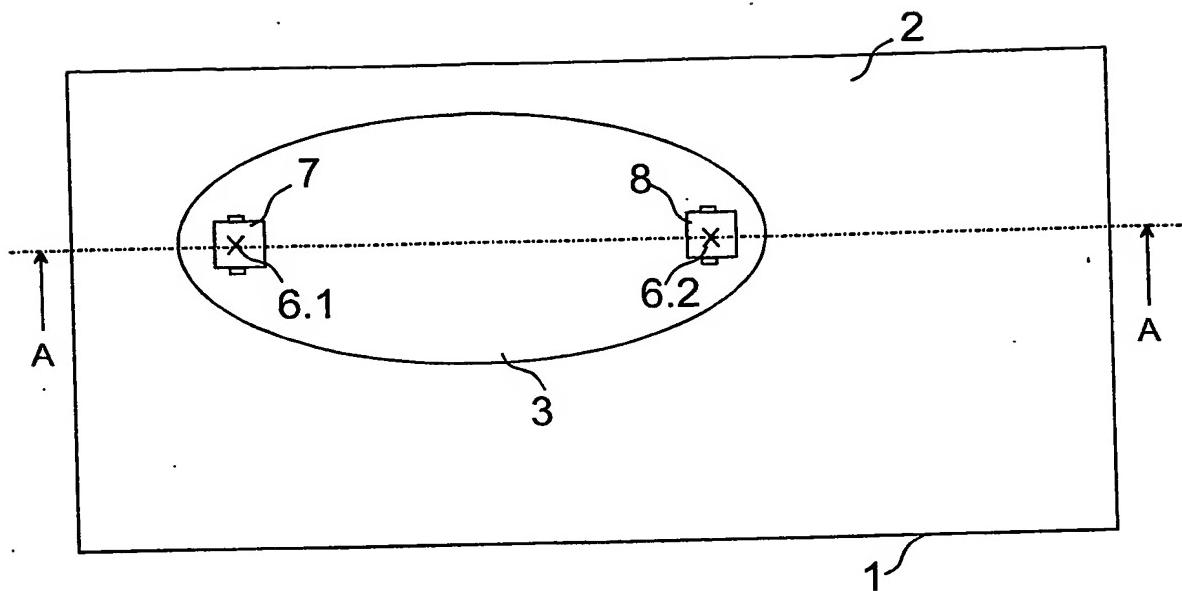


Fig. 4a

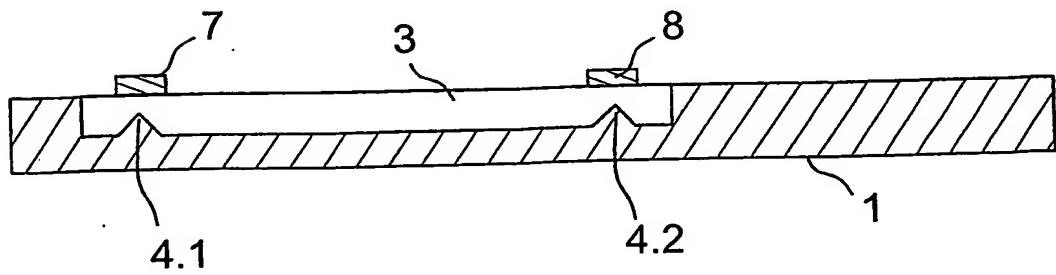


Fig. 4b

# **Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)**

International application number: PCT/FI04/050175

International filing date: 24 November 2004 (24.11.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FI  
Number: 20035223  
Filing date: 27 November 2003 (27.11.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 02 February 2005 (02.02.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:



**BLACK BORDERS**

**IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

**FADED TEXT OR DRAWING**

**BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

**SKEWED/SLANTED IMAGES**

**COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

**GRAY SCALE DOCUMENTS**



**LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**



**REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

**OTHER:** \_\_\_\_\_

---

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**